

# La Recherche sur les problèmes phytosanitaires du riz au Bénin, thématiques et actions de collaboration en entomologie entre institutions



## Rapport de mission effectuée au Bénin

(30 novembre au 12 décembre 2011)

**P. Silvie**

**CIRAD, UPR SCA (102)**

## Remerciements

Je remercie toutes les personnes citées dans ce rapport, qui m'ont aidé à organiser et réaliser cette mission, en particulier : Philippe Menozzi, entomologiste, correspondant du CIRAD au Bénin, en poste à AfricaRice, qui m'a accompagné chaque jour à Calavi, Florent Maraux (directeur de l'UR CIRAD 102, à Montpellier, France), Mathilde Heurtaux et Isabelle Mayet (MAEE, SCAC, Cotonou) et leur correspondant (EGIDE, France), qui ont géré la partie administrative de la mission, Paul Kiepe et Marco Wopereis (AfricaRice) qui ont mis à ma disposition un véhicule et un chauffeur pour la tournée de deux jours de terrain.

Les rencontres faites avec les personnes identifiées à partir de la France, avec mes collègues du CIRAD, Patricio Mendez del Villar, Jean-Michel Vassal et Alain Audebert, ou sur place, avec l'aide de l'équipe de AfricaRice, m'ont permis d'enrichir ce rapport du vécu des acteurs de terrain, indispensable à la compréhension de la situation. Je remercie particulièrement Dr. Cyrille Adda (entomologiste), notamment pour sa contribution active lors de la tournée de terrain, mon collègue - bientôt Docteur - Abou Togola (entomologiste), qui a une grande expérience de l'entomologie du riz, Georg Goergen (entomologiste taxonomiste) qui poursuit ses activités dans les collections qu'il a créées malgré une situation financière difficile, Manuel Tamo (entomologiste, Directeur de l'IITA-Bénin) qui a su maintenir un haut niveau d'activités à l'IITA malgré des réductions d'effectifs visibles. Merci à Paul-André Calatayud, Bruno Le Rû (IRD) ainsi que Thibaud Martin (CIRAD) pour les échanges d'informations tenus lors de la mission et les photos du matériel d'étude de l'Icipe (écologie chimique) reçues après le retour de la mission.

Grand merci à toutes les personnes rencontrées pour leur gentillesse et leur disponibilité ainsi qu'à toutes les institutions qui ont contribué à ce travail par les apports documentaires indispensables.

## Résumé (base de données Agritrop du CIRAD)

La recherche sur les problèmes phytosanitaires du riz au Bénin est développée principalement par le centre africain pour le riz (AfricaRice) qui dispose de chercheurs dans les domaines de la malherbologie, de la nématologie de la phytopathologie, en lien avec les recherches sur les variétés. En entomologie, Cyrille Adda et Abou Togola ont été rencontrés à Cotonou, Francis Nwilene, spécialiste mondial de la cécidomyie *Orseolia orizyvora* résidant au Nigéria. Il n'y a pas de chercheur dédié à cette discipline, pour le riz, au sein de l'INRAB, institution qui suit cependant les essais variétaux au champ. Le CIRAD apporte une contribution scientifique significative avec le travail de Philippe Menozzi, dans le domaine des déplacements d'insectes à l'aide de nouvelles techniques moléculaires. Les méthodes en cours de mise au point dans le cas de *Helicoverpa armigera*, ravageur polyphage du cotonnier, pourront ainsi être adaptées à des insectes du riz. Durant la mission, réalisée du 1<sup>er</sup> au 12 décembre 2011 grâce à un appui financier de l'Ambassade de France au Bénin, les entretiens avec les divers acteurs présents à Cotonou ont porté sur des thèmes généraux

permettant de resituer les problèmes phytosanitaires dans un contexte plus global. Les thèmes particuliers ont concerné les diverses spécialités représentées à AfricaRice. Une visite de terrain de deux jours a été organisée avec le soutien logistique d’AfricaRice et l’aide de l’INRAB, dont le programme « Riz » est basé à Bohicon (Zou). Elle a permis de visiter des essais variétaux, des périmètres de production de semences et d’interroger des producteurs et les acteurs de terrain (coopération belge). A l’issue de ces investigations, 5 thématiques de collaboration potentielle ont été proposées avec des actions de recherche à entreprendre à l’avenir entre le CIRAD, AfricaRice, l’IITA et l’Icipe. Une relecture du texte d’un projet en cours de montage a été faite, ainsi qu’une restitution finale sous la forme d’un diaporama, au siège de AfricaRice.

## Sommaire

Introduction : éléments de contexte.....	4
Objectifs et déroulement de la mission .....	5
TdR1 Analyse de la situation de la recherche phytosanitaire sur les ravageurs du riz au Bénin: acteurs locaux, institutions impliquées.....	6
La situation agricole du riz au Bénin.....	6
La hiérarchisation des contraintes .....	7
Les problèmes entomologiques .....	8
Les acteurs de la recherche en entomologie au Bénin .....	9
Revue des méthodes expérimentées dans le cadre du concept de protection intégrée .....	10
TdR2 Proposition de thématiques permettant d'associer plus étroitement l'ICIPE l'INRAB, le CIRAD, l'IRD et l'IITA .....	11
TdR3 Proposition d’actions partagées ou communes de recherches intéressant le domaine de la lutte intégrée (IPM) contre les ravageurs des céréales en Afrique de l'Ouest et de l'Est. ....	11
Thématique 1. Bio-écologie des foreurs de tiges.....	12
Thématique 2. Caractérisation de la résistance variétale aux foreurs de tiges .....	14
Thématique 3. Influence des stress hydriques sur la sensibilité aux foreurs (au champ) .....	15
Thématique 4. Approche type ‘écologie du paysage’ ( <i>Landscape ecology</i> ) .....	16
Thématique 5. Régulation naturelle et lutte biologique.....	19
Laboratoires et infrastructures disponibles selon les institutions .....	20
<i>Appuis possibles en matière de taxonomie (en liaison avec les études de biodiversité végétale ou animale).....</i>	21
<i>Appuis possibles en matière d'élevages .....</i>	22
<i>Appuis possibles en matière de biologie moléculaire.....</i>	22
<i>Appuis possibles en matière d'écologie chimique .....</i>	23
Observations sur le projet ‘ <i>Climate change et stem borers</i> ’ .....	24
Conclusions.....	25

## Introduction : éléments de contexte

Les enjeux qui concernent la culture des céréales en Afrique sont multiples :

- alimentaire, avec l'augmentation annoncée de la population humaine et l'urbanisation croissante et ses conséquences, tant au niveau des villes que des campagnes ;
- économique, pour maintenir des prix acceptables pour les populations locales, en tenant compte de la concurrence, souvent déloyale, faite par les importations, de riz notamment ;
- politique, pour éviter des mécontentements ayant conduit dans le passé récent aux 'émeutes de la faim', du fait de l'augmentation des prix des céréales liées aux pénuries locales ou aux restrictions d'importations.

Le défi d'augmenter la production est posé comme la solution aux problèmes rencontrés. L'augmentation de la production de maïs, souvent faite au détriment de celle des céréales traditionnelles telles que le sorgho ou le mil, pose de plus la question agronomique du choix des options prises, en particulier face aux risques climatiques.

L'augmentation de la production de riz devrait générer de nouveaux problèmes, aux plans quantitatif et qualitatif. L'augmentation de la quantité de riz paddy peut être réalisée par une augmentation des superficies emblavées (facile, *a priori*, moyennant des aménagements pour les périmètres irrigués ou certains bas-fond) et une augmentation des rendements (plus difficile, si l'on considère que l'apport d'intrants particuliers représente un coût difficile à supporter par un petit producteur).

L'augmentation quantitative de la production en lien probable avec des phénomènes de spéculation entraîne déjà l'existence de stocks de conservation au Bénin, donc une moindre circulation du riz décortiqué. Ceci a des conséquences sur les problèmes de qualité liés à la conservation du riz paddy, problèmes phytosanitaires notamment (insectes des denrées stockées et mycotoxines).

L'augmentation de la production, la circulation des stocks, et d'autres paramètres encore mal déterminés en Afrique, comme l'introduction potentielle – contrôlée ou non - de riz génétiquement modifiés en provenance d'Asie, ainsi que les craintes d'augmentation d'épisodes de sécheresse ou d'inondations liées au changement climatique font qu'il est urgent de bien caractériser les problèmes phytosanitaires, notamment ceux souvent moins étudiés relevant des insectes, afin d'anticiper les évolutions possibles et de proposer des solutions de gestion des problèmes adaptées aux conditions climatiques et économiques locales.

La question est posée de manière générale pour les cultures alimentaires (légumineuses, tubercules et céréales). Dans le cas des céréales, le riz et le maïs sont l'objet de deux 'méga-programmes', ou CGIAR Research Programmes (CRP) conduits à une échelle mondiale :

- GRISP ('Global Rice Science Partnership') pour le riz, coordonné par l'IRRI avec le centre du riz pour l'Afrique (AfricaRice) ;
- Maize ('Global Alliance for Improving Food Security and the Livelihoods of the Resource-poor in the Developing World'), coordonné par le CIMMYT.

Mais c'est dans le cadre d'un autre CRP, '*Climate change agriculture and food security*' (CCAFS, un partenariat entre CGIAR et ESSP) que les entomologistes de AfricaRice, Francis Nwilene, basé au Nigéria, Abou Togola, présent au siège de AfricaRice, à Calavi (Cotonou, Bénin), et Cyrille Adda, récemment incorporé à l'équipe à Cotonou, en collaboration avec Philippe Menozzi (CIRAD), ont rédigé un projet intitulé originellement '*Effect of climate change (CC) on rice stem borers' complex and their natural enemies in West and East Africa*'.

Les activités d'entomologie sont par ailleurs affiliées au Thème 3 du programme GRISP ('*Ecological and sustainable management of rice-based production systems*'). Ph. Menozzi et ses partenaires de AfricaRice ont également rédigé une autre proposition de projet, '*Tracking migration of two pests, Helicoverpa armigera (Lepidoptera, Noctuidae) in Benin and Orselia oryzivora (Diptera, Cecidomyiidae) in Nigeria, using stable isotopes*' pour soumission à l'AIEA.

Compte-tenu de mon implication dans le montage d'un projet au Kenya portant sur les insectes des céréales, en particulier le maïs (Titre actuel : '*Spatio-temporal interactions between landscape, cereal pests, and human societies within a global change context: a case study in Eastern Africa (Kenya)*' ) il a été jugé opportun de réaliser une mission destinée à analyser les possibilités de synergie entre les diverses institutions de recherche comme AfricaRice, IITA, INRAB, ICIPE, IRD, Universités et CIRAD. En effet, le projet doit être développé au Kenya dans un contexte ICIPE<sup>1</sup>/IRD, en bénéficiant notamment des infrastructures de l'ICIPE localisées à Nairobi.

## Objectifs et déroulement de la mission

Les objectifs de la mission, financée par l'Ambassade de France au Bénin (Service de Coopération et d'Action Culturelle, Cotonou) s'inscrivent dans ce contexte général.

Des thématiques de recherche ou des méthodologies d'étude devraient pouvoir être partagées entre les diverses institutions (AfricaRice, ICIPE, CIRAD, IRD, IITA). C'est dans cette optique qu'ont été élaborés les termes de références (TdR) présentés en Annexe 1.

---

<sup>1</sup> ICIPE = *African Insect Science for Food and Health*, ne fait pas partie des centres internationaux du CGIAR (Consultative Group on International Agricultural Research)

Le déroulement de la mission est présenté en Annexe 2. Le programme a pu être réalisé sans aucun incident, avec l'appui de AfricaRice qui a mis à notre disposition un véhicule et un chauffeur pour une petite tournée de terrain de deux jours.

En dehors des TdR mentionnés, la relecture du projet portant sur les foreurs de tiges (projet appelé en abrégé dans ce rapport « *Climate change et stem borers* ») a permis de faire des suggestions d'améliorations.

Durant la mission, il a été possible de récupérer divers documents utiles. En revanche, faute de temps, il n'a pas été possible de parcourir toute la diversité des zones écologiques de production du riz au Bénin (e.g. région de Malanville et ses périmètres irrigués). Nous n'avons pas pu non plus rencontrer des responsables d'enseignement en entomologie à l'Université d'Abomey-Calavi (UAC, facultés FAST et FSA) ainsi que certains acteurs de terrain tels que les techniciens des CeRPA (Centres Régionaux de Promotion Agricole, ex-CARDERS) ou des associations régionales de producteurs.

La méthode d'investigation employée pour la mission a commencé à Montpellier, au CIRAD, avec des entretiens préliminaires avec trois collègues (Patricio Mendez del Villar, Jean-Michel Vassal, Alain Audebert). Elle s'est poursuivie au Bénin, avec un relevé de bibliographie et des lectures, des entretiens réalisés à Cotonou avec différents acteurs (cf. Annexe 2) de AfricaRice, INRAB (DG), IITA (DG), G. Goergen, IRD (Représentant), et des visites de terrain (essais variétaux à Niaouli et Sowé, périmètres de production de semences de Lélé/Bohicon et Sowé/Glazoué et entretiens avec des producteurs et acteurs du projet PAFIRIZ, du CCRB (Conseil de concertation des riziculteurs du Bénin), de l'INRAB (C.Akakpo, P.Assigbe, J.-B.Dédo).

Compte-tenu des éléments recueillis dès la France, il a été jugé bon de replacer les problèmes phytosanitaires dans le contexte plus large des contraintes de production du riz, et de revoir les outils de la lutte intégrée expérimentés ou vulgarisés dans le passé. Nous n'avons récupéré que peu d'informations sur les formations académiques comprenant un cursus ou module en entomologie du riz.

## **TdR1 Analyse de la situation de la recherche phytosanitaire sur les ravageurs du riz au Bénin: acteurs locaux, institutions impliquées**

### **La situation agricole du riz au Bénin**

La culture du riz ne recouvre pas de grandes superficies au Bénin, lorsqu'on analyse la production à l'échelle de l'Afrique de l'Ouest subsaharienne (Annexe 3). Les objectifs de production sont ambitieux avec un potentiel de production jugé fort, variable selon les régions (cf. Encadré 1).

### Encadré 1 Quelques chiffres

Production riz paddy: **72 960 t** (2007) Objectif 2015: **600 000 t** (385 000 t riz blanc)  
Consommation: besoins 175 000 à 210 000 t (couverts à 47%) (*gap* =importations)  
**Potentiel** terres irrigables: **322 000 ha** (10% exploités) dont 205 000 en bas-fond.  
(Source: Stratégie de Développement du Riz au Bénin, document du MAEP, 2010)

Tableau n°1 : Répartition par régions du potentiel en bas fonds au Bénin

Département	Potentiels estimés (en ha)
Atacora - Donga	56 000
Borgou - Alibori	33 000
Zou - Collines	65 000
Mono - Couffo	17 000
Ouémé - Plateau	19 000
Atlantique	15 000
<b>Total</b>	<b>205 000</b>

Source : FAO/NEPAD (2005)

La localisation du siège de AfricaRice à Cotonou permet de faciliter les voyages vers l'est ou l'ouest du continent où se situent les 23 autres pays membres.

Un autre avantage réside dans la présence de diverses écologies du nord (à Malanville, cf. Planche I) au sud du Bénin. En revanche, certains problèmes qui pourraient être liés par exemple à l'épidémiologie de maladies sur de très grandes superficies ne peuvent y être traités directement, ainsi que les particularités locales de certains pays (socio-économiques ou agronomiques).

Les expérimentations de AfricaRice réalisées à la station de Cotonou ont été rendues possibles du fait de la mise en place de sols favorables provenant d'autres régions du Bénin.

### La hiérarchisation des contraintes

La hiérarchisation des contraintes faite selon les producteurs apparaît comme suit :

Contrainte N°1: Stress hydrique

Contrainte N°2: Mauvaises herbes

Contrainte N°3: Crédit agricole (achat intrants/disponibilité)

Contrainte N°4: Oiseaux (récolte)

Contrainte N°5: Maladies

Contrainte N°6: Insectes

Contrainte N°7: autres...Nématodes ?

Les contraintes exercées par les bioagresseurs sont variables selon l'époque de culture. Ainsi, les adventices seront davantage considérés en début de cycle alors que les oiseaux constituent un problème sérieux entraînant près de 12% de pertes à la récolte (source : de Mey *et al.*, 2010, AfricaRice congress 2010, Bamako, Mali). Les problèmes phytosanitaires



liés aux Insectes n'apparaissent donc *a priori* que secondaires. Certains problèmes, 'souterrains', comme celui de nématodes, sont probablement sous-estimés dans certaines zones.

## Les problèmes entomologiques

Les dégâts d'insectes sont bien connus à toutes les phases du cycle de culture du riz, quelles que soient les modalités de culture : riz irrigué, riz pluvial de plateau, riz pluvial de bas-fond. La mission ayant été effectuée en période de récolte, les problèmes rencontrés concernent les insectes piqueurs des grains (cf. Planche-photo I), majoritairement des punaises répertoriées sur d'autres plantes-hôtes. Un adulte de *Sitophilus*, charançon des grains stockés, a également été observé sur épi, au champ. Quelques chenilles ont également été observées sur épis ou parties vertes du riz, mais elles n'appartiennent pas aux espèces de foreurs de tiges (*stem borers*) considérées comme pouvant causer de sérieux dégâts au riz.

Deux groupes de foreurs sont répertoriés dans la littérature, selon leur appartenance à deux ordres d'insectes différents : les Diptères et les Lépidoptères.

Les premiers sont représentés par des mouches de la famille des Diopsides, spécifiques du continent (adultes caractérisés par leurs yeux pédonculés) et l'espèce *Orseolia oryzivora*, de la famille des Cecidomyiides. Les larves de ces mouches sont responsables de la destruction de tiges (cœurs morts, dégâts caractéristiques de tubes en « feuilles d'oignon »). Les Lépidoptères appartiennent à plusieurs espèces, telles que *Sesamia calamistis*, trouvée également sur le maïs, *Chilo zacconius*, *Maliarpha separata*, *Eldana saccharina*, classiquement inféodée à la canne à sucre.

L'espèce *Chilo partellus*, en principe non présente en Afrique de l'Ouest sur le maïs (B. le Rû, IRD/Icipe, comm. pers.) aurait été retrouvée au Togo sur riz, à Kpalimé (A. Togola). Cette identification mérite d'être vérifiée. Cette espèce a été introduite accidentellement en Afrique de l'Est, à partir de l'Asie. Puis son parasitoïde, *Cotesia flavipes*, a fait l'objet de campagnes de lâchers qui ont conduit à son implantation.

Lors de notre visite de terrain, située tardivement dans le cycle de la culture, seuls des symptômes de panicules blanches ont été observés. Dans un cas, après arrachage de la tige, la présence antérieure d'une chenille a été confirmée, par les excréments laissés (cf. photos ci-après).





Il apparaît que ce symptôme de panicules blanches peut être le résultat de plusieurs problèmes, en particulier un épisode de sécheresse durant l'épiaison. C'est pourquoi des études plus précises sur ce point sont recommandées, notamment dans le contexte du changement climatique. Des questions sont posées comme la définition plus précise des zones à risque de stress hydrique, les modifications des pratiques des producteurs. La caractérisation du changement climatique à une échelle locale devrait également être étudiée.

## **Les acteurs de la recherche en entomologie au Bénin**

AfricaRice est le principal acteur de la recherche en entomologie du riz au Bénin. Deux chercheurs, Abou Togola et Cyrille Adda, sont accompagnés d'assistants de recherche et appuyés par de nombreux étudiants. Les problèmes de foreurs de tiges et d'insectes des denrées stockées constitueront à l'avenir les deux axes majeurs des travaux de recherche. AfricaRice joue un rôle prépondérant en matière d'enseignement en organisant régulièrement des sessions de formation, détaillées dans les rapports annuels.

Il n'y a pas d'entomologiste du riz à l'INRAB, cette institution accompagne principalement les essais variétaux et les multiplications de semences, et assure la diffusion et la promotion des variétés NERICA. Cyrille Akakpo, responsable du programme riz de l'INRAB, est une personne incontournable dès lors qu'il s'agit du milieu producteur du fait de sa grande expérience de terrain.

Les travaux de Philippe Menozzi ont déjà apporté un appui remarquable dans la mise en place d'un laboratoire de biologie moléculaire, qui complète utilement les laboratoires initialement présents. Ce laboratoire (cf. photo de couverture), aux normes internationales, a notamment permis d'accueillir (le jeudi 8 décembre 2011) des travaux pratiques d'étudiants dans le cadre de la formation SudBiotech (4<sup>ème</sup> édition) coordonnée par Alain Rival (CIRAD). Huit postes de travail sont ainsi disponibles. La thématique de la caractérisation des déplacements d'insectes à l'aide d'outils moléculaires, développé par Ph. Menozzi et ses étudiants en thèse (Noelline Tsafack) et Master 2 (Arnaud Gouda) intéressent AfricaRice pour ses propres modèles biologiques (foreurs de tiges).

En complément de l'équipe présente à Cotonou, l'expérience de l'entomologiste Francis Nwilene, au Nigeria, est confirmée par de nombreuses publications dans divers domaines (cf. Annexe 5). F. Nwilene est un spécialiste mondial de la mouche *Orseolia oryzivora*.

## Revue des méthodes expérimentées dans le cadre du concept de protection intégrée

La figure 1 représente les différentes méthodes qui peuvent être combinées dans une approche de lutte intégrée (IPM ou *integrated pest management*) contre les ravageurs et maladies. Ce concept développé depuis 50 ans, prévoit également l'usage de seuils économiques avant toute intervention, notamment chimique.

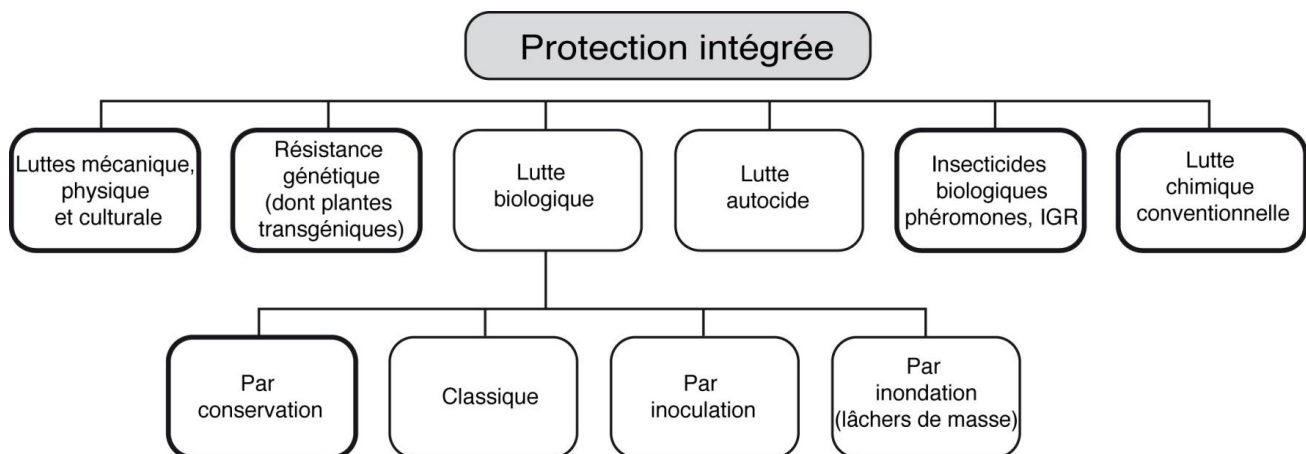


Fig. 1 Représentation schématique des différentes méthodes de lutte disponibles pour la protection intégrée (source : Eilenberg *et al.*, 2001, traduit)

Dans le cas du riz, l'usage d'insecticides organiques de synthèse n'a été constaté durant notre visite que dans le cas du périmètre de Lélé, irrigué de façon naturelle. Le cahier des charges appliqué pour la production des semences certifiées semble en effet prévoir cet usage d'herbicides et d'insecticides. La lambdacyhalothrine (pyréthrinaïde, dont on sait la toxicité vis-à-vis des poissons) était utilisée à  $0,5 \text{ l.ha}^{-1}$ , appliquée avec un pulvérisateur à dos à pression entretenue.

En ce qui concerne les autres méthodes de l'IPM, les travaux de recherche réalisés par les chercheurs de AfricaRice sont relatifs à trois d'entre elles (i) la résistance variétale, (ii) les pratiques culturales et (iii) la lutte biologique (contre la mouche *O. oryzivora*).

### (i) Résistance variétale

L'existence de variétés moins sensibles aux attaques des termites et/ou des foreurs de tiges, mouches ou lépidoptères, est attestée par de nombreux écrits. Des méthodes d'infestation naturelle ou artificielle permettent d'effectuer un criblage des variétés.

- (ii) Pratiques culturales et
- (iii) Lutte biologique

La gestion de la culture par les dates de semis, la pratique de la fertilisation, de l'irrigation sont des éléments connus. Au niveau des autres interventions, le tableau ci-après récapitule les informations relevées.

Méthode expérimentée	Ravageurs visés
Extraits de plantes (huiles de neem, <i>Jatropha</i> , tourteaux de neem)	termites, foreurs de tige
Poudre de tabac	termites
Solution de pétrole	termites, foreurs de tige
Plantes-pièges( boutures de bambou, tiges de maïs desséchées)	termites
Champignon entomopathogène ( <i>Metarhizium anisopliae</i> )	termites
Cultures intercalaires avec bandes de maïs ou de manioc	foreurs de tige
Pratiques cultures (dates de semis, autres éléments de l'itinéraire technique)	foreurs de tige
Plantes ( <i>Paspalum scrobiculatum</i> ) hébergeant des ravageurs hôtes de parasitoïdes de ravageur du riz	<i>Orseolia oryzivora</i>

La Poacée *P. scrobiculatum* a été recommandée comme solution de management de l'habitat. Semée en bordure de parcelles, elle doit conduire à multiplier l'espèce de Cecidomyidae *Orseolia bonzii*, qui n'affecte pas le riz mais héberge les Hyménoptères parasitoïdes *Platygaster diplosisae* (Platygastridae) et *Aprostocetus procerae* (Eulophidae), qui sont également des parasitoïdes du ravageur *Orseolia oryzivora* (Nwilene et al., 2008a,b).

Pour chacune de ces méthodes, et dans l'optique de leur évolution face à la thématique du changement climatique, il conviendrait d'évaluer dans un premier temps leur taux d'adoption par les producteurs.

## **TdR2 Proposition de thématiques permettant d'associer plus étroitement l'ICRPE l'INRAB, le CIRAD, l'IRD et l'IITA**

## **TdR3 Proposition d'actions partagées ou communes de recherches intéressant le domaine de la lutte intégrée (IPM) contre les ravageurs des céréales en Afrique de l'Ouest et de l'Est.**

La désignation d'un chercheur de l'INRAB affecté à l'étude des problèmes des ravageurs du riz serait, *a priori*, un préalable indispensable pour associer cette institution aux travaux actuels. Dans l'état actuel des choses, seuls les observateurs de terrain peuvent générer des informations relatives aux problèmes entomologiques.

**Cinq (5) principales thématiques de recherche** ont été identifiées. Elles sont détaillées ci-après, par ordre de priorité.

## Thématique 1. Bio-écologie des foreurs de tiges

La revue de bibliographie prévue dans le projet *Climate change et stem borers* va permettre d'affiner le degré de nécessité de recherches pour les travaux proposés dans le tableau suivant (thématique 1).

Par exemple, l'élevage de Diptères (Diopsides et Cecidomyiides) est un défi à relever. Les

Thématique	Actions	Institutions	Acteurs
1. Bioécologie (foreurs de tige)	Elevage des foreurs de tiges	IRD/ICPE/CIRAD	B. le Rû, P. Silvie
	Identification des espèces (vérification de <i>C. partellus</i> )	IRD/ICPE	B. le Rû, G. Goergen, P. Silvie
	Maintien d'une collection de référence	Indépendant ?	G. Goergen
		IRD/ICPE	B. Le Rû
	Abondance et répartition géographique des espèces	AfricaRice	C. Adda
		IRD/ICPE	B. Le Rû
		CIRAD/IRD/ICPE	P. Silvie
	Estimation des pertes	AfricaRice	C. Adda
		CIRAD/IRD/ICPE	P. Silvie
	Identification des plantes-hôtes secondaires	Université ?	Botaniste
		IRD/ICPE	B. Le Rû
	Etude de l'influence de la température sur les paramètres du cycle de vie	AfricaRice	C. Adda

élevages sur milieux artificiels sont parfaitement maîtrisés à l'Icipe, pour les principales espèces de Lépidoptères foreurs des tiges de maïs, mais il n'y a pas d'élevage des Diptères du riz.

Bruno le Rû, entomologiste de l'IRD basé au Kenya depuis longtemps, a effectué de très nombreuses missions de terrain sur les foreurs de tige de Graminées, et ses compétences en matière d'identification peuvent être mises à contribution, notamment pour vérifier l'identification de *Chilo partellus* en Afrique de l'Ouest, qui serait une première.

L'identification des plantes-hôtes secondaires des ravageurs, Graminées situées en bordure des parcelles nécessite l'appui d'un botaniste.

Il convient de bien réfléchir aux modalités de capture des insectes sur le terrain (le D-Vac entraîne un lourd travail de séparation des espèces) et à la conservation de tous les exemplaires récoltés ou obtenus après mises en élevage des stades larvaires ou nymphaux. En fonction des études prévues ultérieurement, diverses modalités seront envisagées : conservation à sec des individus adultes ou en alcool (larves et adultes) à des fins de conservation simple ou d'étude du matériel génétique ou d'isotopes.

Un grand nombre des actions envisagées pour cette première thématique sont prévues dans le projet *Climate change et stem borers*.

Les actions concernant les ennemis naturels (identifications, notamment, en priorité 1) sont situées dans la thématique 5 (Régulation naturelle et lutte biologique).

Le changement climatique est caractérisé par des modifications de paramètres comme la température (augmentation), le taux de gaz carbonique ou d'autres gaz moins cités (CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O), des irrégularités dans la distribution des pluies (par excès ou par défaut). L'étude de l'augmentation de la température sur les paramètres de vie et le cycle biologique d'une espèce de ravageur est souvent la première réalisée. Confrontés aux observations de terrain, les résultats obtenus doivent permettre d'anticiper une évolution potentielle de la répartition géographique de l'espèce. C'est pourquoi cette étude est proposée de manière prioritaire. L'usage d'armoires climatiques où les paramètres sont réglables est préconisé. Il existe différents modèles aux coûts très variables, l'exemple donné dans les illustrations ci-après concerne des armoires observées dans un laboratoire madrilène (Centro de Investigaciones Biológicas –CIB). Il est ainsi possible de disposer de plusieurs 'ambiances' sur un espace restreint.



Les actions proposées dans les trois thématiques suivantes sont récapitulées dans le tableau ci-après.

Thématique	Actions	Institutions	Acteurs
<b>2. Caractérisation de la résistance</b>			
Analyse de la séquence comportementale	Étude de l'attractivité des femelles (composés volatiles)	CIRAD	Th. Brévault
		IRD/ICPE	P.-A. Calatayud
	Étude de la ponte	IRD/ICPE	P.-A. Calatayud
	Étude du mécanisme de résistance vis-à-vis de jeune chenille	IRD/ICPE	P.-A. Calatayud
Sélection Assistée par Marqueurs	Marqueurs QTL et phénotypage	AfricaRice	F. Nwilene
<b>3. Influence du stress hydrique sur les attaques de foreurs</b>			
Simulation d'épisodes de stress hydrique (+ infestations artificielles)	Au tallage	AfricaRice	C. Adda
	À l'épiaison	CIRAD	A. Audebert
<b>4. Approche écologie du paysage (habitat management)</b>			
Échelle de la parcelle			
Association de plantes ou plantes environs immédiats	Effet de répulsion ou d'attraction (composés volatiles)	IRD/ICPE	P.-A. Calatayud
		ICPE	Z. Khan
Échelle du paysage	Effet des composantes du paysage sur ravageurs et régulation naturelle	CIRAD/IRD/ICPE	P. Silvie
		CIRAD	V. Soti, R. Goebel
	Déplacement d'insectes	CIRAD/AfricaRice	Ph. Menozzi

## Thématique 2. Caractérisation de la résistance variétale aux foreurs de tiges

*A priori*, les recherches sur la résistance variétale vis-à-vis des foreurs de tige sont bien développées, notamment au Nigeria vis-à-vis du groupe des Diptères. La revue bibliographique prévue dans le projet *Climate change et stem borers* permettra d'affiner les connaissances sur ce point, notamment par la révision des travaux réalisés par l'IRRI.

L'emploi de marqueurs de type QTL est peut-être envisagé pour la sélection variétale. Les techniques de criblage mises au point ont déjà permis d'identifier des cultivars résistants et sensibles, indépendamment, on le suppose, du phénomène de compensation par augmentation du tallage d'un cultivar donné.

Les mécanismes liés à la résistance ont sans doute été étudiés dans le cas des Lépidoptères, en Asie. L'antixénose a été signalée au Nigeria dans le cas de *Orseolia oryzivora* (Nwilene et al., 2009). Il convient donc de faire le point de ce que l'on sait de ces mécanismes.



Au Kenya, l'équipe des chercheurs de l'IRD a été renforcée récemment par l'arrivée de Paul-André Calatayud. Ce chercheur est spécialiste des études concernant les études portant sur la séquence comportementale de l'insecte au champ, attractivité des adultes femelles par des composés volatils, comportement de ponte en lien avec des paramètres physico-chimiques. Grâce aux équipements présents à l'Icipe (cf. § Infrastructures), il est ainsi possible de développer des recherches dans ce domaine de l'écologie chimique, y compris sur l'étude de la réponse des jeunes chenilles aux composés chimiques des plantes.

### **Thématique 3. Influence des stress hydriques sur la sensibilité aux foreurs (au champ)**

L'objectif de l'étude serait d'évaluer l'effet de périodes variables de stress hydrique sur les infestations d'un foreur de tige, sur des variétés de résistances variables (aux foreurs, à la sécheresse...). Il est possible, selon A. Audebert, de simuler et de caractériser précisément des stress hydriques en pesant régulièrement des pots de 2 litres contenant du riz en culture (cf. photo ci-contre).

En enfermant de tels plants dans des cages (cf. photo), on peut libérer des adultes – ou provoquer des infestations artificielles avec des larves - avec des stress de différentes natures.



Un autre dispositif faisant appel à une plus grande superficie pourrait être inspiré de celui mis en œuvre pour d'autres études (cf. photo ci-après).

Plus proche des conditions naturelles de production, il permettrait d'observer davantage de variétés. Cependant, le lâcher d'adultes, dans la localité expérimentée, devra correspondre aux espèces déjà présentes dans le milieu. La disponibilité d'adultes provenant d'élevages facilitera la réalisation pratique de l'expérimentation. Les épisodes de sécheresse provoquée devraient, dans un premier temps, être réalistes, en intensité et durée, pour correspondre à des observations faites naturellement.



Dans ce domaine également, la recherche d'éléments provenant de l'IRRI devrait permettre d'améliorer le dispositif.

#### **Thématique 4. Approche type 'écologie du paysage' (*Landscape ecology*)**

Par cette approche, fortement étudiée par diverses équipes de l'INRA, en France, on recherche à prendre en considération l'ensemble des populations d'une espèce donnée (ravageur ou ennemi naturel) reliées entre elles (métapopulation) et à mesurer les paramètres physiques du milieu qui peuvent influencer la répartition et l'abondance de l'espèce. Dans un premier temps, on peut s'intéresser aux éléments de paysage situés à proximité de la parcelle cultivée, comme les haies, la végétation de bordure (voire en son sein, lorsque différentes cultures sont associées sur une même sole).

Dans le cas du riz au Bénin, à l'échelle de la parcelle, l'étude pourrait porter sur les successions culturales qui existent ou les interactions entre cultures voisines : riz et tomate ou autres légumes. Un relevé des pratiques des agriculteurs est une bonne base de départ.





Source : Joël Huat, CIRAD/AfricaRice

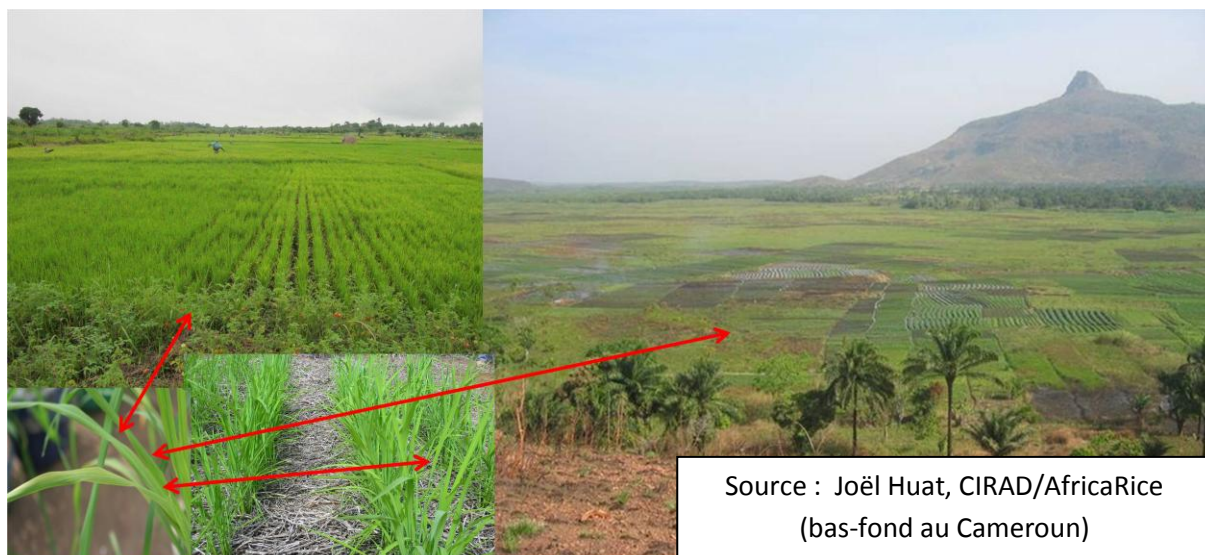
L'observation des Poacées parfois présentes autour des parcelles et le long des canaux, avec l'inventaire des dégâts foliaires visibles et de leurs responsables (et ennemis naturels) serait également une information utile.



Ces observations de terrain pourraient être complétées par des études de laboratoire plus fines sur la perception des molécules (composés volatiles) par les adultes des lépidoptères foreurs et le rôle éventuel d'attraction ou de répulsion joué par ces plantes secondaires. On rejoint alors le concept mis en œuvre dans la stratégie dite 'push-pull' développée au Kenya et en Afrique de l'Est par le Dr. Z. Khan (Icipe).

On peut ensuite étendre les observations à l'échelle d'un paysage, dont la définition, en termes de superficie, peut dépendre des caractéristiques de déplacements de l'espèce.

Analyser l'influence de l'environnement ou d'aménagements du paysage sur (i) la dynamique des populations de bio agresseurs (migration, courte distance) (ii) la régulation naturelle des ravageurs composantes de la protection intégrée (ennemis naturels) est l'objectif des actions développées dans cette thématique.



Cette approche nécessite un travail de caractérisation de l'environnement à partir de cartes et d'images satellites à haute définition et des études sur le déplacement des insectes. Dans ce cadre, les travaux de Philippe Menozzi sur *H. armigera* et différents types de marqueurs prennent toute leur importance. Des méthodes de corrélation entre éléments du paysage et paramètres d'abondance des ravageurs ou de leurs ennemis naturels sont classiquement adoptées, dans les études européennes. Il convient de vérifier qu'elles sont bien adéquates dans un contexte tropical.

De plus, l'analyse des pratiques culturelles constitue une 'couche' supplémentaire d'analyses, car la destruction d'un milieu favorable ou la recomposition paysagère annuelle, au gré des récoltes, entraîne des déplacements d'insectes. Cette approche complexe multi-critères est celle qui est envisagée de développer dans le projet prévu au Kenya.



## Thématique 5. Régulation naturelle et lutte biologique

Le tableau suivant présente les activités à développer potentiellement pour cette thématique.

Thématique	Actions	Institutions	Acteurs
5. Régulation naturelle et lutte biologique	Identification des espèces de parasitoïdes (vérification des souches de <i>Cotesia sesamiae</i> )	IRD/ICPE/CIRAD/AfricaRice	B. le Rû
	Identification par l'approche moléculaire	CIRAD/AfricaRice	Ph. Menozzi, F. Nwilene
	Maintien d'une collection de référence	Indépendant ?	G. Goergen
		IRD/ICPE	B. Le Rû
	Abondance et répartition géographique des espèces	AfricaRice	C. Adda
		IRD/ICPE	B. Le Rû
		CIRAD/IRD/ICPE	P. Silvie
	Identification de pathogènes	CIRAD/IRD/ICPE	P. Silvie
		Institut Pasteur (Paris)	B. Papierok
	relevé des ennemis naturels	AfricaRice	C. Adda
			P. Silvie, R. Goebel
		CIRAD/IRD	
	Actions de conservation	AfricaRice	C. Adda
	Action de lutte biologique classique	à définir IITA ?	R. Goebel

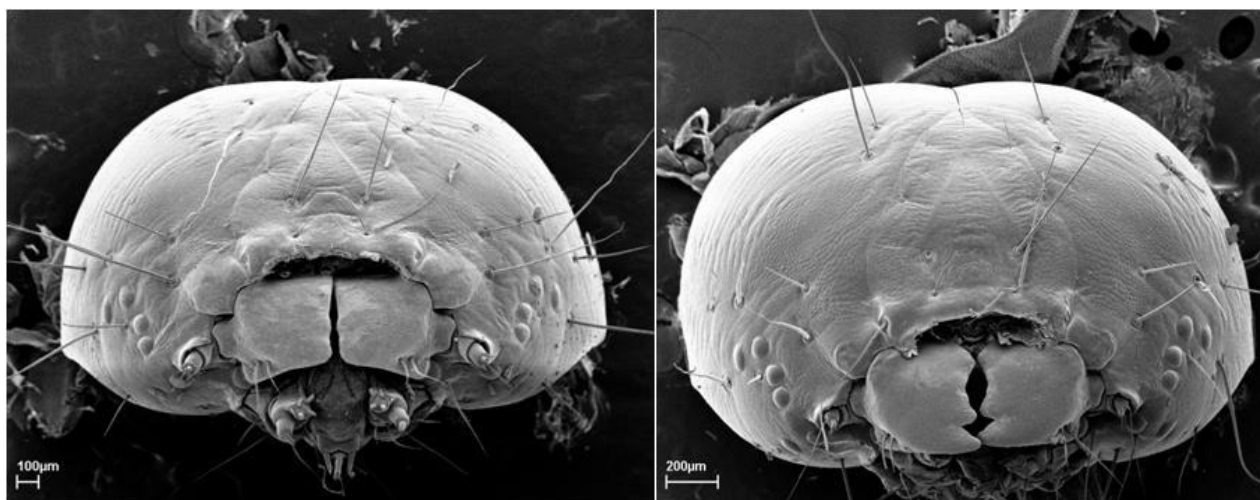
Le laboratoire de taxonomie maintenu par l'IITA et G. Goergen est de première importance dans la gestion des insectes collectés. Pour l'identification des parasitoïdes, l'équipe de B. Le Rû à Nairobi possède une solide expérience qui peut être mise à contribution. Les comparaisons faunistiques entre Afrique de l'Est et de l'Ouest s'imposent d'elles-mêmes. Pour des actions relevant davantage de lutte biologique classique, par introduction d'ennemis naturels, les conclusions d'une mission de Régis Goebel qui pourrait avoir lieu en 2012, en coordination avec l'IITA, seront les bienvenues.

Cet entomologiste du CIRAD dispose par ailleurs d'une expérience sur l'emploi de la silice, qui nous a conduits à proposer une autre approche expérimentale, dans la mesure où la silice semble disponible en Afrique de l'Ouest.

## Autres possibilités d'expérimentation (R. Goebel)

### Expérimentation d'amendement avec silice/foreurs des tiges

- Tests en pots amendés en silicate de calcium ( $\text{Ca}_2\text{SiO}_4$ ) à différentes doses (ex.: « Slagment » à base de Wollastonite trouvé en Afrique du Sud, appliqué à 10t/Ha).
- Complément de tests en parcelles, comparaison « apport en silicate de calcium vs. fertilisation NPK classique ».
- Infestation artificielle ou naturelle; observations régulières des dégâts sur les tiges et impact sur le rendement; analyse de taux de silice dans la plantes (tiges et feuilles)



Comme constaté sur ces clichés pris à l'aide d'un microscope électronique à balayage, les mandibules d'une chenille sont fortement érodées (à gauche) par la silice en comparaison à la forme « témoin » (à droite)

## Laboratoires et infrastructures disponibles selon les institutions

De nombreuses infrastructures sont disponibles, entre les centres de recherche AfricaRice, IITA et Icipe. Ces laboratoires permettent d'aborder notamment les thématiques qui nécessitent un appui en taxonomie, y compris moléculaire, et dans les domaines de l'élevage des insectes et de l'écologie chimique. L'Icipe dispose d'un laboratoire de biologie moléculaire (PCR machines, électrophorèses...) et même d'un microscope électronique à balayage.

Au Bénin, il n'a pas été possible de visiter les infrastructures (laboratoires) des différentes entités du Système National de Recherche Agricole et de Vulgarisation, en particulier les Universités. Un inventaire plus complet des ressources disponibles serait donc utile pour compléter les éléments apportés dans ce paragraphe.



L'appui des Universités apparaît surtout à travers la formation des étudiants qui effectuent de nombreux stages à l'IITA ou AfricaRice, ou Bénin, dont des travaux de Doctorat. L'Icipe entretient également de nombreux rapports avec les Universités au Kenya.

Relativement peu de travaux de Doctorat portent sur des aspects entomologiques si l'on considère l'ensemble des thèses passées (cf. rapports annuels AfricaRice).

Quelques clichés sur les infrastructures sont présentés ci-après.

### ***Appuis possibles en matière de taxonomie (en liaison avec les études de biodiversité végétale ou animale)***

Des besoins forts en taxonomie sont exprimés dans les thématiques 1 et 5.

Très peu de taxonomistes sont présents au Bénin. Une collection de référence existe à l'IITA, au sein de la Biosystematic Unit dirigée par Georg Goergen, avec des insectes représentant les diverses espèces de lépidoptères foreurs de Graminées et leurs parasitoïdes (photo de couverture).



G. Goergen décrit ainsi le statut de la collection qu'il a fortement contribué à monter depuis plus de 15 ans.

*"A collection that has particularly expanded over the last 15 years is the arthropod reference collection at IITA-Bénin, the largest within the whole CGIAR. It encompasses currently more than 350,000 specimens collected in a wide range of agricultural and natural environments throughout*

*West Africa. More than 5,000 species from 330 arthropod families have been identified from the sampled material, but it is estimated that about 40–50% of all known insect biodiversity of the subregion is preserved in this collection, awaiting further study". (G. Goergen, Insect biodiversity for sustainable management of natural resources, 31-03-2010).*

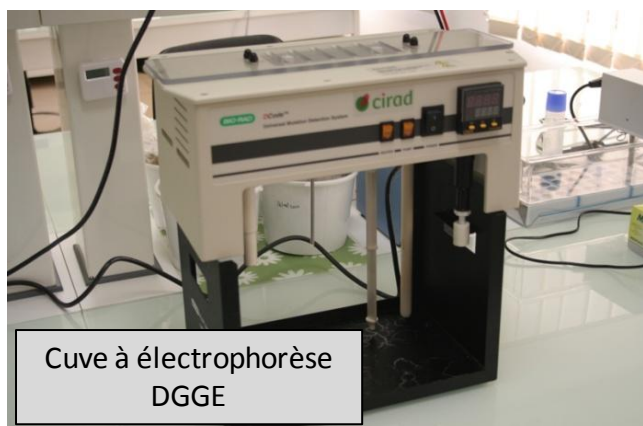
## ***Appuis possibles en matière d'élevages***

### **Laboratoires d'élevage de ICIPE**



## ***Appuis possibles en matière de biologie moléculaire***

### **Laboratoire de biologie moléculaire AfricaRice**



Cuve à électrophorèse  
DGGE



Thermocycleur /PCR

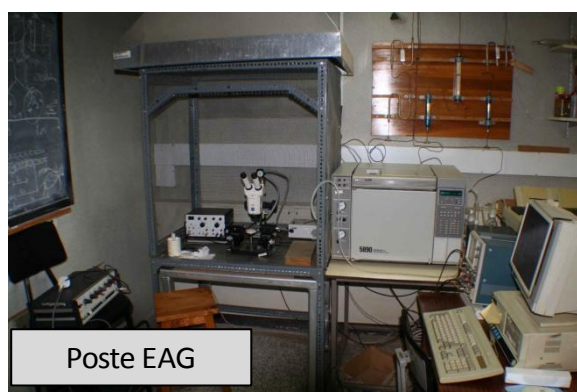




## ***Appuis possibles en matière d'écologie chimique***

### **Laboratoire d'écologie chimique de Icipe**

Ce laboratoire est équipé pour les analyses chimiques de chromatographes (GazC-MS, LiquidC-MS, appareils neufs), électrophysiologiques (GC couplé à EAG- électroantennographie) et l'étude du comportement des insectes en tunnels de vol.



## Observations sur le projet '*Climate change et stem borers*'

Après discussions, le titre initial de ce projet a été modifié, et C. Adda a proposé le titre suivant :

**“Status of stem borers and their natural regulation in rice cropping systems in the context of climate change in Africa”.**

Il s’agit donc bien, dans un premier temps, de caractériser le statut des foreurs de tige et de la régulation naturelle qui les concerne, dans le contexte du changement climatique.

Afin de renforcer les activités prévues dans le cadre de ce projet, quelques suggestions ont été faites :

- Revue de Bibliographie: ne pas oublier la bibliothèque de Bouaké (ex-ADRAO) en Côte d’Ivoire ;
- Renforcer les connaissances des chercheurs en entomologie:
  - \* au Nigéria (techniques bio moléculaire)
  - \* en taxonomie et méthodes de capture, conservation
  - \* en entomologie du riz en général (séjour à l’IRRI pour inventorier toutes les méthodes déjà expérimentées)
  - \* Brésil, laboratoire d’élevage du prof. Parra (USP/ESALQ) et chercheurs de l’EMBRAPA Arroz e Feijão (Riz et haricot)
- Remise en ordre des collections rapportées de Bouaké
- Identification d’un Botaniste dans chaque région ou écologie (plantes-hôtes)
- Nécessité de cartographie pour l’approche « *Landscape ecology* »

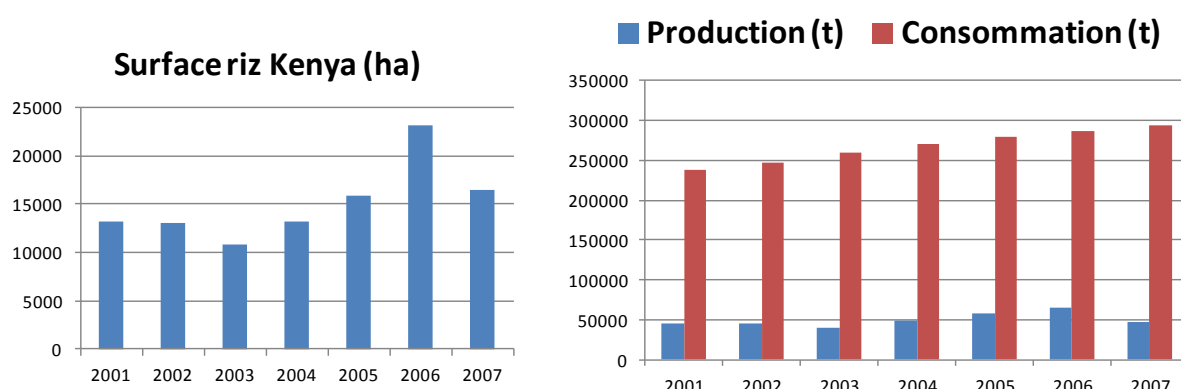
## Conclusions

Un fort potentiel de collaboration existe entre les diverses institutions rencontrées lors de la mission.

Cinq grandes thématiques ont été identifiées pour les recherches à venir, dans le domaine de l'entomologie. Les études de bio-écologie, qui feront suite à un premier travail de revue de bibliographie, seront déterminantes pour modifier si nécessaire l'ordre des priorités. Une des particularités intéressantes pour la recherche en Afrique est la présence de Diptères foreurs de tiges non rencontrés ailleurs dans le monde.

La connaissance réciproque des activités et des méthodes d'étude, entre les projets AfricaRice (Bénin) et Icipe (Kenya), est un premier élément pour la construction de projets communs.

Les enjeux de la filière riz sont, *a priori*, également importants au Kenya, où la demande avoisine les 285 000 t de paddy mais où un déficit de production de 200 000 t est enregistré. Dans ce pays, le potentiel de surfaces irrigables est très important (540 000 ha) ainsi que le potentiel pluvial, estimé à 1 000 000 ha (MOA, 2008). Au Kenya, l'évolution annuelle des superficies, de la production et de la consommation semble montrer une certaine stagnation pour la période 2001 à 2007 (cf. graphes ci-après).



Il conviendrait d'actualiser ces chiffres et de mieux apprécier la politique agricole de ce pays et les efforts qui pourraient être consenties pour les recherches en entomologie sur le riz. Des ravageurs communs au riz et au maïs, céréale majoritaire au Kenya, pourraient se situer dans la région de Kisumu, où les deux plantes sont cultivées.

Les interactions entre institutions kenyanes sur le thème de l'entomologie du riz devront être mieux connues à l'avenir. Le développement d'une 'antenne' de AfricaRice en Tanzanie devrait permettre de mieux cerner les besoins en matière de recherche à l'échelle de la région de l'Afrique de l'Est.

## ANNEXE 1 Termes de référence de la mission

**Contexte** : le CIRAD (UR SCA, Équipe Carabe) et le Centre du Riz pour l'Afrique (AfricaRice), un centre international de recherche basé à Cotonou, au Bénin, construisent actuellement un projet d'étude des ravageurs des céréales (riz et maïs notamment). Ce projet pourrait associer et se dérouler avec leurs partenaires africains (INRAB au Bénin) ainsi qu'avec d'autres organisations internationales comme IITA qui dispose d'une antenne à Cotonou dédiée à la lutte biologique et ICIPE (à Nairobi, au Kenya). La mission de Pierre Silvie est une contribution au montage de ce projet.

P. Silvie, entomologiste de l'IRD mis à disposition du CIRAD, portera davantage d'attention sur les points suivants :

- **analyse de la situation de la recherche phytosanitaire** sur les ravageurs du riz au Bénin : acteurs locaux, institutions impliquées ;
- **proposition de thématiques** permettant d'associer plus étroitement l'ICIPE l'INRAB, le CIRAD et l'IITA ;
- **proposition d'actions partagées ou communes de recherches** intéressant le domaine de la lutte intégrée (IPM) contre les ravageurs des céréales en Afrique de l'Ouest et de l'Est.

Pour réaliser sa mission, Pierre Silvie rencontrera (i) les chercheurs d'AfricaRice, de l'IITA et de l'INRAB (ii) les chercheurs-enseignants de l'Université d'Abomey Calavi impliqués dans la protection des cultures (iii) des acteurs de la filière 'riz' locale.

Ces rencontres lui permettront d'établir un état des lieux des approches de lutte intégrée adoptées dans le passé, des travaux en cours, des projets en perspectives et des contenus des enseignements portant sur la lutte intégrée contre les ravageurs des céréales.

Il sera amené à se déplacer à l'intérieur du Bénin pour rencontrer les différents partenaires, notamment ceux du sous-programme riz de l'INRAB basés à Bohicon.

Une restitution orale est prévue en fin de mission. Un rapport de mission sera rédigé.



## ANNEXE 2 Déroulement de la mission

**Mercredi 30 novembre 2011** : voyage Montpellier-Cotonou, arrivée 20h00, accueil Philippe Menozzi, Correspondant du CIRAD au Bénin.

**Jeudi 1<sup>er</sup> décembre 2011** : journée d'entretiens et visites (AfricaRice). Entretien avec Georg Goergen (ex IITA, responsable des collections), Abou Togola (AfricaRice, entomologiste assistant de recherche), visite laboratoire Biologie moléculaire, contacts et organisation mission.

**Vendredi 2 décembre 2011** : entretiens et visites. Entretien avec Bruno Bordage (représentant IRD au Bénin), Pascal Marnotte (Ambassade de France, SCAC, basé à l'INRAB), Cyrille Adda (AfricaRice, entomologiste, chargé de programme), Augustin Koudamiloro (FAST/AfricaRice, étudiant en 2<sup>ème</sup> année de PhD), Arnaud Gouda (FAST/AfricaRice, étudiant en Master 2 Arnaud, encadré par Ph. Menozzi), visite du laboratoire d'élevage d'AfricaRice et bibliothèque IITA.

**Samedi 3 et dimanche 4 décembre 2011** : lectures, rédaction du rapport de mission et préparation du diaporama de restitution.

**Lundi 5 décembre 2011** : visite de terrain, région de Bohicon, en compagnie de Cyrille Adda (AfricaRice). Station de Niaouli, essai variétal projet STRASA. Rencontre de Daniel Binart (Coopération technique belge, en charge du projet PAFIRIZ) et Antoine Adidehou (CCRB) à Bohicon. Visite du périmètre irrigué de production de semences certifiées à Koussin-Lele (près de Cové) avec Jean-Bosco Dedo (INRAB) et Nestor Ahitchékon (président de l'union des producteurs de riz de Koussin-Lele). Nuit à Bohicon.

**Mardi 6 décembre 2011** :

Entretien avec Cyriaque Akakpo (INRAB, Chef programme riz), Paulin Assigbe (INRAB, Projet diffusion des variétés NERICA, AfricaRice Initiative). Arrêt bref à Dassa (Centre régional de promotion agricole-CeRPA). Visite d'un essai variétal (en cours de récolte) puis du périmètre de production de semences de base à Sowé, près de Glazoué, entretiens avec deux productrices, un producteur et Pascal Balogoum (INRAB, responsable du périmètre). Retour à Cotonou.

**Mercredi 7 décembre 2011** : entretiens avec David Arodokoun (INRAB, DG), Manuele Tamo (DG Station IITA Cotonou), Jean-François Vayssières (CIRAD), Guillaume Amadji (UAC/FSA).

**Jeudi 8 décembre 2011** : visite serres et dispositifs expérimentaux AfricaRice à Cotonou/Calavi (avec Abou Togola), entretiens avec Drissa Silué (AfricaRice, phytopathologiste), visite laboratoires d'élevage de IITA, avec Benjamin Datinon (doctorant) et Mathias Azokpota (IITA), entretiens avec Joël Huat (CIRAD), Frank Mussgnug (AfricaRice, nutrient specialist).

**Vendredi 9 décembre 2011** : exposé Aurélie Perrin (CIRAD, doctorante) entretien avec Ulrich Alle (CIRAD, doctorant orienté par Hervé Guibert), reprise du projet « Climate change et stem borers » avec Cyrille Adda et Ph. Menozzi.

**Samedi 10 et dimanche 11 décembre 2011** : relecture du projet « Climate change et stem borers » (AfricaRice/CIRAD), fin du diaporama de restitution et poursuite rédaction du rapport de mission.

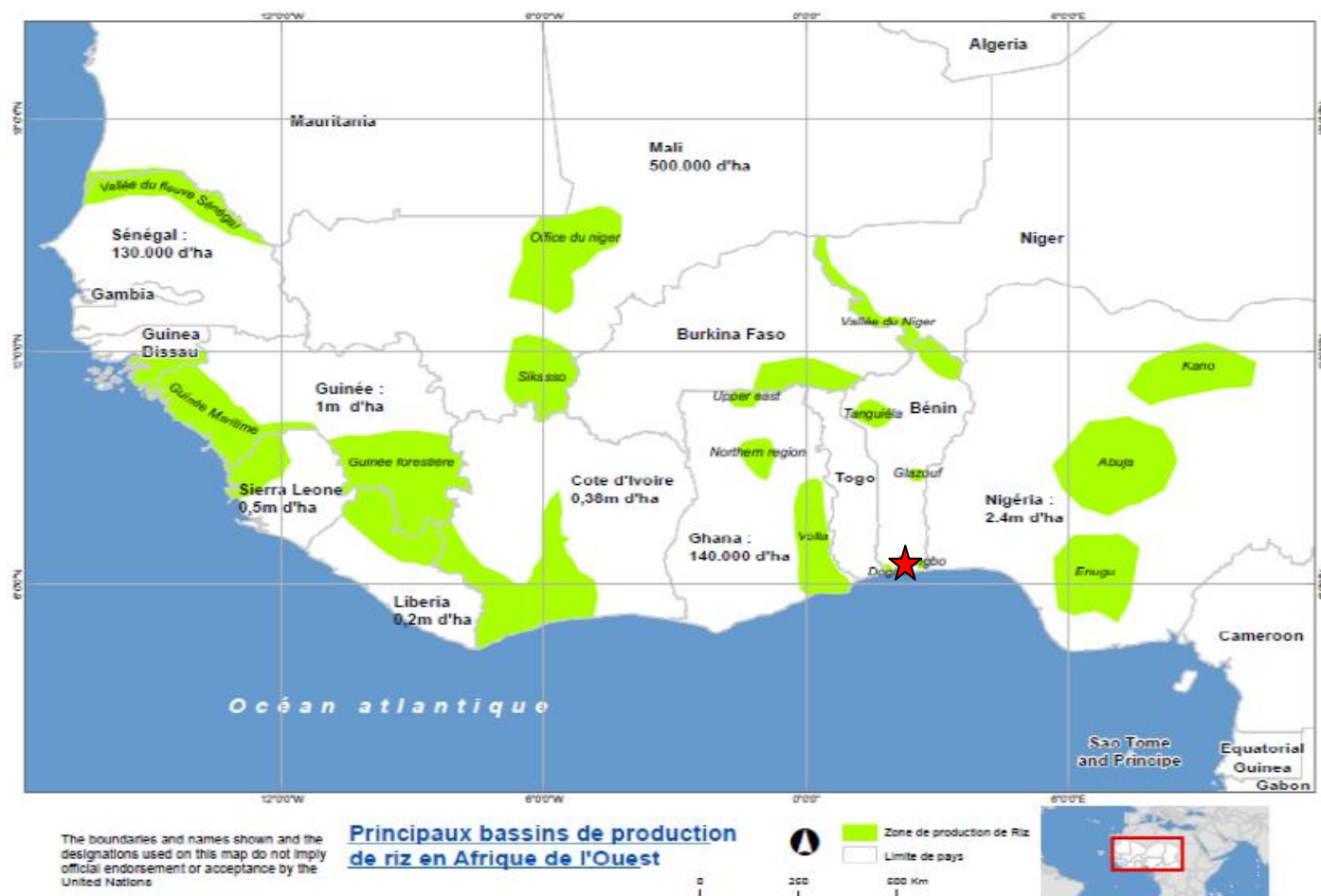
**Lundi 12 décembre 2011** :

10h00 : restitution mission (locaux de AfricaRice), en présence de Mathilde Heurtaux (Attachée de Coopération, Ambassade de France, SCAC), Pascal Marnotte (Assistant Technique SNRA), Marco Wopereis (Directeur général adjoint AfricaRice, directeur scientifique), Manuele Tamo (DG IITA-Bénin), Cyrille Adda, Philippe Menozzi, Abou Togola, Augustin Koudamiloro, Georg Goergen. Visite des laboratoires de biologie moléculaire (Ph. Menozzi) et collections d'Insectes IITA (G. Goergen). Entretien avec Aliou Diagne (AfricaRice, économiste).

23h45 : départ pour Paris. Arrivée Montpellier, mardi 13 décembre 2011. Mercredi 14, entretien avec Alain Audebert.

### ANNEXE 3 Localisation Siège AfricaRice (★) et zones de production du riz en Afrique de l'Ouest

Carte 2: Principaux bassins de production de riz en Afrique de l'Ouest



**Source :** Mendez Del Villar P., Bauer, J.-M., Maiga A., Ibrahim L., [2011]. Rapport final. Crise rizicole, évolution des marchés et sécurité alimentaire en Afrique de l'Ouest, PAM, CILSS, FAO, CIRAD, FEWS-NET. avril 2011, 61 p.

## **ANNEXE 4 Thèmes de GRiSP (and R&D Product Lines)**

GRISP = Global Rice Science Partnership

### **Theme 1: Harnessing genetic diversity to chart new productivity, quality, and health horizons**

- PL 1.1. Ex situ conservation and dissemination of rice germplasm
- PL 1.2. Characterizing genetic diversity and creating novel gene pools
- PL 1.3. Genes and allelic diversity conferring stress tolerance and enhanced nutrition
- PL 1.4. C4 rice

### **Theme 2: Accelerating the development, delivery, and adoption of improved rice varieties**

- PL 2.1. Breeding informatics, high-throughput marker applications, and multi-environment testing
- PL 2.2. Improved donors and genes/QTLs conferring valuable traits
- PL 2.3. Rice varieties tolerant of abiotic stresses
- PL 2.4. Improved rice varieties for intensive production systems
- PL 2.5. Hybrid rice for the public and private sectors
- PL 2.6. Healthier rice varieties

### **Theme 3: Ecological and sustainable management of rice-based production systems**

- PL 3.1. Future management systems for efficient rice monoculture
- PL 3.2. Resource-conserving technologies for diversified farming systems
- PL 3.3. Management innovations for poor farmers in rainfed and stress-prone areas
- PL 3.4. Increasing resilience to climate change and reducing global warming potential

### **Theme 4: Extracting more value from rice harvests through improved quality, processing, market systems and new products**

- PL 4.1. Technologies and business models to improve rice postharvest practices, processing, and marketing
- PL 4.2. Innovative uses of rice straw and rice husks
- PL 4.3. High quality rices and innovative rice-based food products

### **Theme 5: Technology evaluations, targeting and policy options for enhanced Impact**

- PL 5.1. Socioeconomic and gender analyses for technology evaluation
- PL 5.2. Spatial analysis for effective technology targeting
- PL 5.3. Global rice information gateway
- PL 5.4. Strategic foresight, priority setting, and impact assessment for rice research

### **Theme 6: Supporting the growth of the global rice sector**

- PL 6.1. Innovation in learning and communication tools and extension capacity development
- PL 6.2. Effective systems for large-scale adoption of rice technologies in South Asia
- PL 6.3. Effective systems for large-scale adoption of rice technologies in Southeast and East Asia
- PL 6.4. Effective systems for large-scale adoption of rice technologies in Africa
- PL 6.5. Effective systems for large-scale adoption of rice technologies in Latin America and the Caribbean

## ANNEXE 5 Références bibliographiques (F. Nwilene)

**Nwilene FE**, Traoré AK, Asidi AN, **Séré Y**, **Onasanya A** and Abo EM. 2009. New records of insect vectors of rice yellow mottle virus in Côte d'Ivoire, West Africa. *Journal of Entomology*, 6(4): 189–197, ISSN: 1812-5670.

**Nwilene FE**, Okhidievbie O, **Agunbiade TA**, Traoré AK, Gaston LN, **Togola A** and Youm O. 2009. Antixenosis component of rice resistance to African rice gall midge *Orseolia oryzivora*. *International Rice Research Notes*, 34: 1–6, ISSN: 0117-4185.

Ogah EO, **Nwilene FE**, Ukwungwu MN, Omoloye AA and **Agunbiade TA**. 2009. Population dynamics of the African rice gall midge, *Orseolia oryzivora* Harris and Gagné and its parasitoids in the forest and Guinea savanna zones of Nigeria. *International Journal of Tropical Insect Science*, 29(2): 86–92, ISSN: 1742-7584.

**Agunbiade TA**, **Nwilene FE**, **Onasanya A**, **Semon M**, **Togola A**, Tamo M and Falola OO. 2009. Resistance status of upland NERICA rice varieties to termite damage in north-central Nigeria. *Journal of Applied Sciences*, 9(21): 3864–3869, ISSN: 1812-5654.

Nwilene, F.E., S. Sanyang, A.K. Traore, A. Togola, G. Goergen, T.A. Agunbiade, M. Tamo, I. Akintayo, B. Cissé and E. Ogah. 2009. *Rice Stem Borers: Biology, Ecology and Control – Field Guide and Technical Manual*. Africa Rice Center (AfricaRice), Cotonou, Benin, 28 pp.

Nwilene, F.E., A. Togola, T.A. Agunbiade, E.O. Ogah, M.N. Ukwungwu, A. Hamadoun, S.I. Kamara and D. Dakouo. 2008a. Parasitoid biodiversity conservation for sustainable management of the African rice gall midge, *Orseolia oryzivora* (Diptera: Cecidomyiidae) in lowland rice. *Biocontrol Science and Technology* 18(10): 1075-1081. ISSN: 0958-3157.

Nwilene F.E., M.P. Jones, D.S. Brar, O. Youm, A. Togola, A. Kehinde, M.N. Ukwungwu, S.I. Kamara and A. Hamadoun. 2008b. Integrated pest management (IPM) strategies for NERICA varieties, Module 8 pp. 83-94. In: E.A. Somado, R.G. Guei and S.O. Keya (eds). *NERICA®: the New Rice for Africa – a Compendium*. Cotonou, Benin: Africa Rice Center (AfricaRice); Rome Italy: FAO; Tokyo, Japan: Sasakawa Africa Association. 210 pp.

Nwilene F.E., T.A. Agunbiade, A. Togola, O. Youm, O. Ajayi, S. O. Oikeh, S. Ofodile and O.O. Falola. 2008c. Efficacy of traditional practices and botanicals for the control of termites on rice at Ikenne, Nigeria. *International Journal of Tropical Insect Science* 28(1): 37-44. ISSN: 1742-7584.

Nwilene F.E., O. Ajayi, T.A. Agunbiade, O. Youm, A. Togola, M.N. Ukwungwu, D. Dakouo, S.I. Kamara, A. Hamadoun. 2007. Functional biodiversity for sustainable management of African rice gall midge in lowland rice-based systems, pp. 358 – 359. In: Proceedings of the 16th International Plant Protection Congress – in association with the BCPC International Congress – Crop Science and Technology, Scottish Exhibition and Conference Centre, Glasgow, Scotland, United Kingdom, 15-18 October 2007.

Nwilene F.E., K.M. Harris, O. Okhidievbie, A. Onasanya, Y. Sere and I. Ingelbrecht. 2006. Morphological diversity and genomic DNA fingerprinting of the African rice gall midge, *Orseolia oryzivora* Harris & Gagné, (Diptera: Cecidomyiidae) and of two other species of African *Orseolia*. *International Journal of Tropical Insect Science* 26 (4): 256-265.



# **PLANCHE I** **Localisation des périmètres irrigués de Malanville (Google Earth)**





**PLANCHE II Punaises rencontrées sur panicules de riz lors de la mission**

